

УДК 004.4: 621.01

Олександр Ступак, Сергій Цибульник, к.т.н.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», Україна

КІНЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПЛОСКОГО ВАЖІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ ПРОГРАМНИМИ ЗАСОБАМИ

У наш час завдання кінематичного аналізу механізмів найчастіше вирішуються графічними або аналітичними методами. З розвитком мов програмування та можливостей відповідних середовищ розробки стає можливою реалізація кінематичного аналізу плоских важільних механізмів програмними методами. Запропонована реалізація являється комбінованим графоаналітичним методом, оскільки аналітичне рішення засноване на графічних побудовах та рішенні відповідних геометричних задач. За допомогою мови програмування Processing реалізовано програмне забезпечення для кінематичного аналізу простих важільних механізмів.

Ключові слова: Кінематичний аналіз, важільний механізм, мова програмування Processing.

Serhii Tsybulnyk, Oleksandr Stupak

SOFTWARE FOR KINEMATIC ANALYSIS OF flat leverage mechanism

With the development of programming languages it is possible to implement a kinematic analysis of flat leverage mechanisms by software methods. On the basis of Processing programming language software for kinematic analysis was implemented.

Keywords: Kinematic analysis, flat leverage mechanism, Processing programming language.

Мета кінематичного аналізу плоского важільного механізму полягає у визначенні параметрів руху його ланок по заданому руху ведучих ланок без урахування діючих сил.

Основними завданнями кінематичного аналізу є:

- побудова плану положень механізму;
- побудова плану швидкостей шарнірів;
- побудова плану прискорень шарнірів.

Планом положення механізму називається [1] креслення, що зображує розташування його ланок в певний момент руху. Зазвичай на одному кресленні будується 8, 12, 24 або 36 планів положення механізму. Це означає, що планом положення являється кінематична схема механізму, накреслена відповідно до заданих положень ведучої ланки.

Знаючи закон руху ведучої ланки і довжину кожної ланки механізму, можна визначити швидкості та прискорення його точок за значенням і напрямком в будь-якому положенні механізму шляхом побудови планів швидкостей та прискорень для цього положення. Значення швидкостей окремих точок механізму необхідні при визначенні продуктивності і потужності машини, втрат на тертя, кінетичної енергії механізму; при розрахунку на міцність і вирішенні інших динамічних задач.

Кінематичному аналізу, в зв'язку з перерахованими завданнями, повинен передувати структурний аналіз механізму, при якому визначається скільки, якого класу і в якій послідовності з'єднані кінематичні пари, що утворюють ведений кінематичний ланцюг механізму. Завдання кінематичного аналізу механізмів найчастіше вирішуються графічними або аналітичними методами.

Графічні методи засновані на геометричній побудові траєкторій руху окремих ланок механізму, швидкостей і прискорень їх шарнірів. Отримувані результати дають наочну картину руху ланок механізму і його шарнірів, але необхідні побудови виконуються для кожного конкретного положення механізму. Останнє не дозволяє отримати загальне універсальне рішення.

Аналітичні методи забезпечують високу точність обчислення шуканих параметрів. У даний час дуже часто застосовують саме аналітичні методи. Проте для попередньої оцінки кінематичних параметрів механізму і контролю аналітичних обчислень використовуються найпростіші геометричні побудови – плани положень, швидкостей і прискорень.

З розвитком мов програмування та можливостей відповідних середовищ розробки стає можливою реалізація кінематичного аналізу плоских важільних механізмів програмними методами. Дана реалізація являється комбінованим графоаналітичним методом, оскільки аналітичне рішення засноване на графічних побудовах та рішенні відповідних геометричних задач.

У даній роботі розглянута можливість застосування сучасних комп'ютерно-інтегрованих технологій і мов програмування для побудови планів положень, швидкостей і прискорень плоского важільного механізму. Реалізація побудови названих планів проходила за допомогою мови програмування Processing (рис. 1-рис. 2).

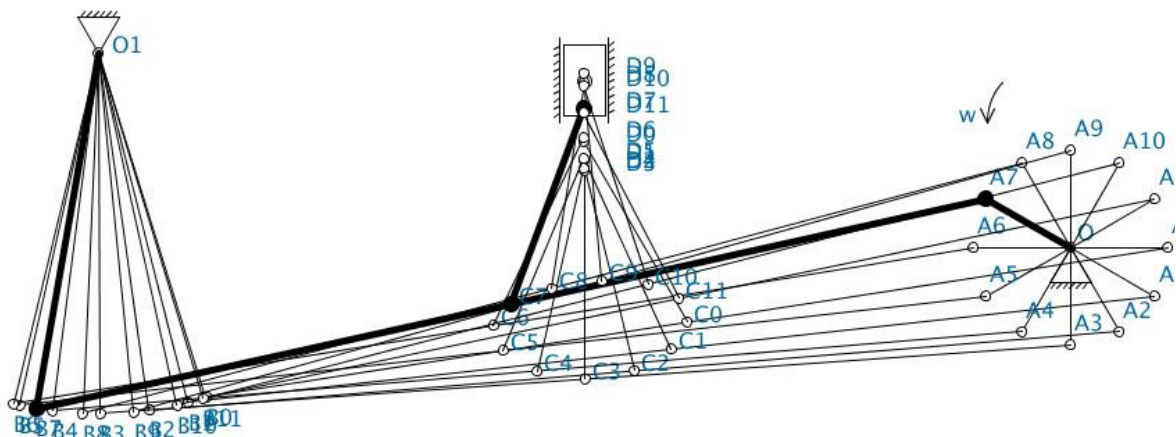


Рис. 1. План положень механізму, побудований за допомогою Processing

Мови програмування, як і людські мови, об'єднуються в групи споріднених мов. Processing – це діалект мови програмування під назвою Java [2]. Він має майже той же синтаксис, але доповнений спеціальними командами для роботи з графікою і зовнішніми пристроями. Processing містить в собі особливості багатьох мов програмування і тому може послужити хорошим введенням в програмування на інших мовах з використанням інших інструментів розробки.

Processing розроблявся досить довго: з серпня 2002 по квітень 2005 він перебував у стадії альфа-версії, а потім розповсюджувався в стадії бета-версії до листопада 2008. Протягом цього часу він постійно використовувався для навчання та створення програм тисячами людей по всьому світу [1]. Протягом цього часу мова, середовище розробки та спосіб подачі матеріалу безперервно удосконалювалися. 29 листопада 2008 вийшла версія 1.0. Це була перша стабільна версія мови.

Як і будь-яке програмне забезпечення Processing складається з великої кількості компонентів, які працюють разом.

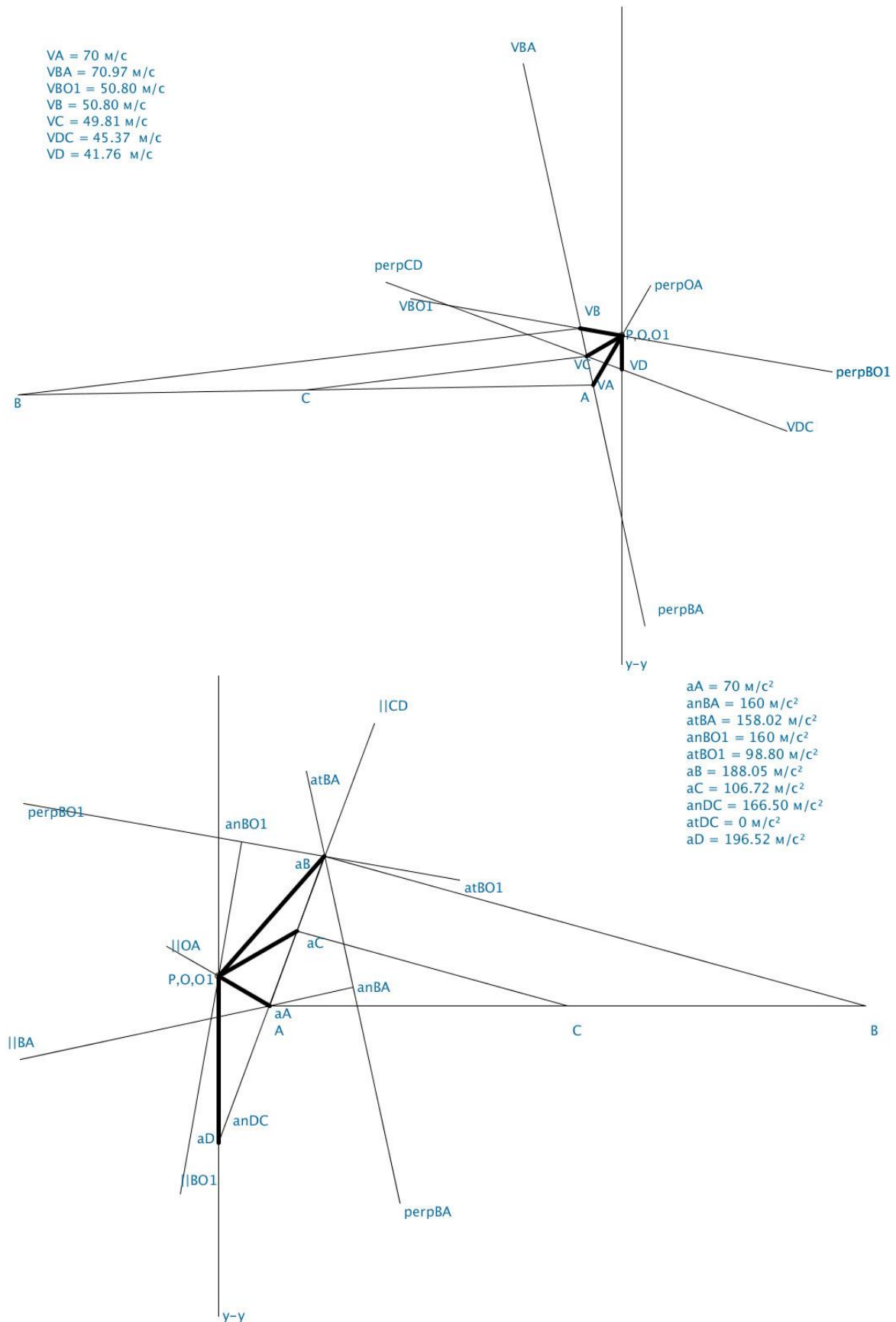


Рис. 2. Плани швидкостей та прискорень механізму, побудовані у Processing

Processing може бути використаний як для простих виробів, так і для докладного дослідження. Програма на Processing може становити від одного до декількох тисяч рядків коду, тому завжди можна поліпшити і розширити її функціонал. Існує більше 100 бібліотек розширення, що дозволяють застосовувати Processing для обробки звуку, досліджень в області машинного зору і технічних розрахунків. Графічні об'єкти Processing споріднені системі PostScript, що послужила основою для формату PDF і OpenGL (графічна бібліотека для написання додатків, що використовують 3D-графіку). Саме широкий функціонал Processing став вирішальним фактором у виборі мови програмування для вирішення задач кінематичного аналізу механізмів програмними засобами.

Програмний метод побудови планів на мові Processing представляє собою комбінацію графічних і аналітичних методів з їх основними перевагами і недоліками. Головним недоліком програмного методу є складність алгоритму побудови планів положень, швидкостей та прискорень, а перевагою – такий підхід дозволяє студентам розвинути навички програмування при вирішенні задач механіки, а також одноразова розробка алгоритму побудови дозволить вирішувати подібні задачі за лічені секунди. Ще однією з переваг даного методу є можливість анімації руху плоского важільного механізму будь-якої складності.

Для побудови планів положень, швидкостей, прискорень та анімації руху ланок використовуються елементи векторної алгебри та аналітичної геометрії, а саме: пошук координат кінця відрізка за відомими координатами початку та значенням його довжини; пошук точок перетину двох кіл або кола з прямою (оскільки плани положень механізмів, які включають в себе двохповідкові групи, будуються методом засічок); знаходження рівняння прямої; визначення координат точки перетину двох прямих; тощо.

Реалізація анімації руху плоского важільного механізму в середовищі розробки Processing реалізована шляхом використання методу *void draw()*. За замовчуванням блок коду, який розташовано в даному методі буде безперервно виконуватися шістдесят разів в секунду. Саме тому швидкість анімації було зменшено для більш плавного відображення.

Враховуючи, що переваг у такого методу значно більше ніж недоліків, у даній роботі проведено перші ітерації процесу розробки універсального програмного забезпечення для кінематичного аналізу плоских важільних механізмів. Розроблено ряд методів для визначення кута обертання кривошипа, визначення положень шарнірів та ряд класів для створення ланок і стійок у вигляді об'єктів. Створено програмний код, який дозволяє автоматично будувати плани швидкостей та прискорень для будь-якого положення механізму.

У майбутньому планується розширити функціонал програмного забезпечення для реалізації можливості створення довільного плоского важільного механізму. Також планується вдосконалити програму таким чином, щоб процеси створення окремих ланок і механізму в цілому, а також, щоб побудова відповідних планів не потребувала специфічних знань теорії машин і механізмів від кінцевого користувача. Такий підхід дозволить значно розширити коло користувачів.

Література.

1. Reas C. Getting Started with Processing / C. Reas, B. Fry. – Sebastopol: O'Reilly Media, 2010. – 208p.
2. Построение планов положений механизмов [Online]. URL: https://studbooks.net/1834565/tovarovedenie/postroenie_planov_polozheniy_mehanizmov. Дата звернення: Травень, 2019р.